

明細書 パッチアンテナ

技術分野

この発明はパッチアンテナに関し、特にたとえば、携帯電話機に利用される、誘電体基板の各主面に形成された地導体およびパッチ導体を有し、非対称な指向性を有するパッチアンテナに関する。

従来技術

携帯電話機では、人間の頭部に接近して使用するため、その頭の影響でアンテナ利得が低下する。そこで、人体との結合による影響を小さくするために、人体（頭）の方向とそれ以外の方向とで指向性を非対称にすることが考えられる。

非対称な指向性が得られるパッチアンテナの一例が特開平 8-186437 号公報 [H01Q 21/28, G01S 7/03, H01Q 13/08, 21/06] (特許文献 1) および特開平 10-270932 号公報 [H01Q 13/08, 19/10] (特許文献 2) に開示されている。

特許文献 1 の先行技術は、低周波用パッチアンテナの上に高周波用フェーズドアレイアンテナを構成したものである。低周波用パッチアンテナで広い指向性を得て、高周波用フェーズドアレイアンテナで所定方向への指向性を得ることで、任意の指向性を設計または設定することができる。

特許文献 2 の先行技術は、パッチアンテナ素子から一定の間隔離れた位置に同じ形状寸法の無給電素子を取り付けたものである。無給電素子が反射板の役目を持ちアンテナパターンを任意の方向に反射させて非対称の指向性を得る。

特許文献 1 の先行技術では構成が複雑になるばかりでなく、たとえば携帯電話機のような比較的低い周波数では寸法が大きくなり過ぎて利用できない。また、特許文献 2 の先行技術では、2つのパッチ間に約 $1/2$ 波長の距離を持たせなければならないが、これをたとえば携帯電話機の周波数、たとえば 2 GHz で計算すると約 7.5 cm もの長さになってしまう。したがって、特許文献 1 の先行技術と同様に、内蔵場所に制約ができるので携帯電話機などの小型機器に適用するのが難しい。

発明の概要

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な、パッチアンテナを提供することである。

この発明の他の目的は、非対称指向性を有し、しかも小型化可能な、パッチアンテナを提供することである。

この発明は、誘電体基板と、この誘電体基板の一方主面に形成される地導体と、誘電体基板の他方主面に形成されるパッチ導体とを含むパッチアンテナにおいて、パッチ導体の波長依存長さ方向において放射効率を変化させたことを特徴とする、パッチアンテナである。

パッチ導体の波長依存長さ方向において放射効率を変化させることによって、当該方向におけるアンテナ指向特性が変化し、非対称な指向性を得ることができる。

この発明によれば、放射効率を変化させるだけで非対称指向性が得られるので、従来技術のフェーズドアレイアンテナや反射用の無給電素子を用いる必要がなく、小型化が可能である。

或る実施例では、放射効率を変化させるために、パッチ導体と地導体との間隔をその波長依存長さ方向において不均一にする。

また、他の実施例では、パッチ導体と地導体との間隔を不均一にするために、誘電体基板の波長依存長さ方向において厚みを変化させる。

そして、さらに他の実施例では、放射効率を変化させるために、波長依存長さ方向において誘電体基板の誘電率を変化させる。

なお、パッチ導体の上に誘電体を装荷することによって、アンテナのパッチ導体の波長依存長さ方向の長さを短くし、全体としてコンパクトなパッチアンテナが得られる。

このようなパッチアンテナを携帯電話機に内蔵する場合、上述のパッチ導体の波長依存長さ方向の長さが携帯電話機のハウジングの厚み方向に沿うように配置し、さらに、放射効率が大きい側を、人間の頭に接する側とは反対側に向くようにする。そうすれば、人間の頭との結合に起因するアンテナ利得低下を効果的に減少できる。

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行

う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

- 図 1 はこの発明の一実施例のパッチアンテナを示す斜視図である。
図 2 は図 1 実施例のパッチアンテナの側面図である。
図 3 は図 1 実施例で実験して計測した放射効率の変化を示すグラフである。
図 4 は図 1 実施例で計算したアンテナ利得の変化を示す図解図である。
図 5 は図 1 実施例で得られる E 面の放射パターンを示す図解図である。
図 6 は一般的なパッチアンテナの E 面の放射パターンを示す図解図である。
図 7 は図 1 実施例の変形例を示す図解図である。
図 8 は図 1 実施例の他の変形例を示す図解図である。
図 9 は図 1 実施例のさらに他の変形例を示す図解図である。
図 10 はこの発明の他の実施例を示す図解図である。
図 11 はこの発明のさらに他の実施例のパッチアンテナを示す斜視図である。
図 12 は図 11 実施例のパッチアンテナの側面図である。
図 13 はこの発明のその他の実施例のパッチアンテナを示す斜視図である。
図 14 は図 13 実施例のパッチアンテナの側面図である。
図 15 はこの発明のパッチアンテナを内蔵した携帯情報端末の一例を示す図解図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 および図 2 に示すこの実施例のパッチアンテナ 10 は、誘電体からなる基板 12 を含む。実施例では、誘電体基板 12 はアルミナであり、その誘電率 (ϵ_r) はたとえば 9.7 である。ただし、誘電体基板 12 としては、他のセラミック誘電体が用いられてもよく、セラミック誘電体以外の誘電体が用いられてもよい。そして、この実施例のパッチアンテナ 10 の寸法は、全体としては、幅 50 mm×長さ 60 mm×厚み 4 mm 程度の大きさである。ただし、このサイズは単なる一例であり、誘電率や周波数に応じて変化する。

誘電体基板 12 の上面には、その幅方向の中央に、たとえば銅のような金属からなる幅 10 mm のパッチ導体 14 が形成される。また、パッチ導体 14 の長さ

はこのアンテナの使用波長（周波数）によって決まり、この実施例のパッチアンテナ 10 は周波数帯が 2 GHz の携帯電話機に用いるため、パッチ導体 14 の長さは 25 mm とされる。このように波長に依存する長さを、波長依存長さと呼ぶことがある。

そして、誘電体基板 12 の下面には、特に図 2 からよく分かるように、段差 16 が形成される。この段差 16 が形成される位置は、この実施例では、上記波長依存長さ方向の誘電体基板 12 の長さを 60 mm とすると、その長さ方向において、誘電体基板 12 の左端から 40 mm の位置である。ただし、この段差 16 の位置も単なる一例であり、パッチ導体 14 の長さの範囲内、すなわちパッチ導体 14 の下なら適宜変更され得る。

そして、上述の段差 16 を有する誘電体基板 12 の下面には、パッチ導体 14 と同様の銅などの金属からなる地導体 18 がその全面に形成される。

さらに、誘電体 12 の下面側にコネクタ 20 が設けられ、このコネクタ 20 の外導体 20 a は地導体 18 に接続され、内導体 20 b は、地導体 18 および誘電体基板 12 を貫通して誘電体基板 12 の上面側にもたらされ、パッチ導体 14 に接続される。

誘電体基板 12 に上述のように段差 16 を形成することによって、パッチ導体 14 の長さ方向左側の 22.5 mm の範囲と、右側の 2.5 mm の範囲とで、パッチ導体 14 と地導体 18 との間隔が不均一となる。つまり、左側では、パッチ導体 14 と地導体 18 との間隔 G_1 は 4 mm であるが、右側では、パッチ導体 14 と地導体 18 との間隔 G_2 は 1 mm である。つまり、この実施例では、パッチ導体 14 の波長依存長さ方向において誘電体基板 12 の厚みが不均一とされている。

基板厚みを不連続または不均一としたとき、図 3 に示す実験結果によれば、基板厚みに応じて放射効率が変化することがわかる。図 3 では実線が誘電率 (ϵ_r) が 1 の空気中における放射効率変化を示し、点線が誘電率 9.7 のアルミナ基板を用いた実施例の場合の放射効率の変化を示し、一点鎖線は誘電率 3.7 の基板を用いた場合の放射効率の変化を示す。このように、波長依存長さ方向の放射効率を変化させることによって、図 4 に示すようにアンテナ利得が非対称となり、したがって、図 5 に示すような非対称指向性が実現できる。ちなみに、図 6 が一般

的なパッチアンテナの指向性を示すが、この図 6 では指向性は対称になっている。

図 1 および図 2 で示した実施例では、誘電体基板厚み（パッチ導体と地導体との間隔）を波長依存長さ方向で不均一とするために、段差 16 より右側の厚みを 1mm と一定にした。しかしながら、図 7 に示す実施例のように、長さ方向の一部においてのみ基板厚みを薄くするようにしてもよい。つまり、この図 7 実施例では、段差 16 から段差 17 までの間の基板厚み G_2 が他の部分の基板厚み G_1 より小さくされる。実施例では、 $G_1 = 4\text{mm}$ で、 $G_2 = 1\text{mm}$ である。この図 7 の実施例でもパッチアンテナ 10 の長さ方向における放射特性は左右非対称になることが実験の結果確認されている。したがって、図 7 実施例においても、パッチアンテナ 10 は非対称指向性を有するものとなる。

さらに、先の 2 つの実施例ではいずれも、厚みが薄い部分の地導体 18 の厚みを厚くして、パッチアンテナ全体としては均一な厚み、たとえば 4mm になるようにしたが、図 8 および図 9 に示すように、誘電体基板 12 の厚みの如何に拘わらず導体 18 の厚みを一定にするようにしてもよい。この場合には、当然、導体材料の節約になる。ただし、機械的強度が弱くなる。

さらに、上述の実施例では、放射特性を不均一にするために誘電体基板 12 の厚み、すなわちパッチ導体 14 と地導体 18 との間の間隔を不均一または不連続とした。しかしながら、図 10 の実施例のように、誘電率を長さ方向において不均一または不連続にするようにしてもよい。

詳しく述べると、図 10 に示すパッチアンテナ 10 において、誘電体基板 12 は、先の実施例の段差に相当する位置で誘電率が不連続にされている。たとえば、左側の誘電体基板 121 はアルミナで形成しその誘電率はたとえば 9.7 とし、右側の誘電体基板 122 はたとえば高誘電率のセラミックスで形成しその誘電率をたとえば 37 とした。このようにパッチ導体 14 の波長依存長さ方向において誘電体基板 12 の誘電率を変化させても、その方向における放射特性を不均一にすることができ、したがって、非対称指向性を実現することができる。

なお、上述の実施例ではパッチアンテナの E 面での非対称指向性を得た。しかしながら、この発明は、H 面における非対称指向性を実現するためにも利用可能である。

先の実施例において、誘電体基板 12 を高比誘電率の材料で形成することによ

って、上述のアンテナサイズをさらに小型化することができる。具体的には、比誘電率が100以上の材料を用いるとよい。このような高比誘電率を用いて小型化したこの発明のさらに他の実施例が図11および図12に示される。

図11および図12に示す実施例では、比誘電率が100以上の誘電体材料からなる誘電体基板12を用い、誘電体基板12のサイズをたとえば 7×12 mmとした。

ただし、この図11および図12に示す実施例においても、パッチアンテナ10の、アンテナの長さ方向（パッチ導体14の波長依存長さ方向）において放射効率が変化されていることはもちろんである。具体的には、この実施例では、誘電体基板12に段差16が形成されている。

さらに小型化するために、図13および図14に示す実施例のパッチアンテナ10が提案される。

図13および図14に示す実施例では、誘電体基板12の材料として比誘電率が100以上の材料を用い、そのサイズを、たとえば 10×5 mmとした。そして、その誘電体基板12の上に、同じサイズのパッチ導体14を形成する。パッチ導体14の上に、誘電体基板12と同じかまたは同様の材料（高比誘電率）からなる誘電体シートまたはプレート22を装荷する。この装荷誘電体22のサイズも誘電体基板22と同じ、たとえば 10×5 mmとした。その他の部分は図13および図14に示す実施例のパッチアンテナ10と同様である。

ただし、この図13および図14に示す実施例においても、パッチアンテナ10の、アンテナの長さ方向（パッチ導体14の波長依存長さ方向）において放射効率が変化されていることはもちろんである。具体的には、この実施例でも、誘電体基板12に段差16が形成されている。

図11および図12に示す実施例または図13および図14に示す実施例のようにパッチアンテナ10の長さが10 mm程度になれば、携帯電話機に内蔵することができる。

上で説明した実施例のパッチアンテナ10を携帯電話機に内蔵した状態が図15に示される。この携帯電話機100は、ハウジング102を含む。ハウジング102の一方側面、すなわち人間の頭（図示せず）と接近しまたは接する側の面には、たとえばLCDパネルからなるディスプレイ104が設けられ、その同じ

面のディスプレイ 104 の下方に、キーボード 106 が配置される。したがって、ユーザは、ディスプレイ 104 を見ながらキーボード 106 を操作して、メールの送信や受信が可能である。

一方、ハウジング 102 内には必要な電子回路 110（たとえばコンピュータチップやメモリ素子などを含む）をマウントした基板 108 が内蔵される。パッチアンテナ 10 は、好ましくは、この基板 108 上に取り付けられ、図示しないが、導線によって、電子回路 110 に接続される。ただし、携帯電話機においてアンテナがどのように接続されるかについては、よく知られたところであり、ここでは、それ以上の詳細な説明は省略する。パッチアンテナ 10 は、その長さ方向（パッチ導体 14 の波長依存長さ方向）がハウジング 102 の厚み方向と一致する方向に配置される。したがって、この実施例の携帯電話機 100 のハウジング 102 の厚みは、少なくとも 10 mm 以上である。ただし、パッチアンテナ 10 の小型化がさらに進めば、それに応じて携帯電話機 100 のハウジング 102 の厚みも薄くすることができる。

この実施例の携帯電話機 100 で電話をかけるあるいは電話を受けるときには、一般的によく知られているように、ディスプレイ 104 の近傍に設けられたスピーカ（図示せず）を耳に当てて会話する。したがって、ディスプレイ 104 が設けられている側、すなわち人間の頭に接する側ではパッチアンテナ 10 は人体と結合することになる。

そこで、図 15 の実施例では、パッチアンテナ 10 の放射効率が大きくなる側、すなわち放射パターンが大きい側が、人間の頭に接する側とは反対側になるように、パッチアンテナ 10 が配置される。それによって、携帯電話機 100 のアンテナ特性が人体との結合の影響を受けにくくなる。

なお、図 15 の実施例では、携帯電話機 100 のハウジング 102 内上部にパッチアンテナ 10 を配置した。しかしながら、パッチアンテナ 10 の配置場所は、任意の位置でよく、たとえばハウジング 102 内の下端などが容易に考えられる。

さらに、図 15 の実施例では、携帯電話機 100 のハウジング 102 はストレート型のものではあったが、折り畳み式（foldable または collapsible）ハウジング、回転式（relatable）ハウジング、あるいはスライド式（slidable）ハウジングであってもよい。この場合にも、アンテナの収納場所は任意の可能な位置でよ

い。

この発明が詳細に説明され図示されたが、それは単なる図解および一例として用いたものであり、限定であると解されるべきではないことは明らかであり、この発明の精神および範囲は添付されたクレームの文言によってのみ限定される。

 請求の範囲

1. 誘電体基板と、この誘電体基板の一方主面に形成される地導体と、前記誘電体基板の他方主面に形成されるパッチ導体とを含むパッチアンテナにおいて、前記パッチ導体の波長依存長さ方向において放射効率を変化させたことを特徴とする、パッチアンテナ。

2. 前記パッチ導体と前記地導体との間隔を前記波長依存長さ方向において不均一にした、請求項1記載のパッチアンテナ。

3. 前記波長依存長さ方向において前記誘電体基板の厚みを変化させた、請求項2記載のパッチアンテナ。

4. 前記波長依存長さ方向において前記誘電体基板の誘電率を変化させた、請求項1記載のパッチアンテナ。

5. 前記パッチ導体の上に誘電体を装荷した、請求項1ないし4のいずれかに記載のパッチアンテナ。

6. 請求項1ないし5のいずれかに記載のパッチアンテナを内蔵した携帯電話機であって、

前記携帯電話機はハウジングを含み、前記パッチアンテナは、前記波長依存長さ方向が前記ハウジングの厚み方向と一致し、かつ放射効率が大きくなる側を前記ハウジングの人間の頭と接する側とは反対側に向けるように配置した、携帯電話機。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 1

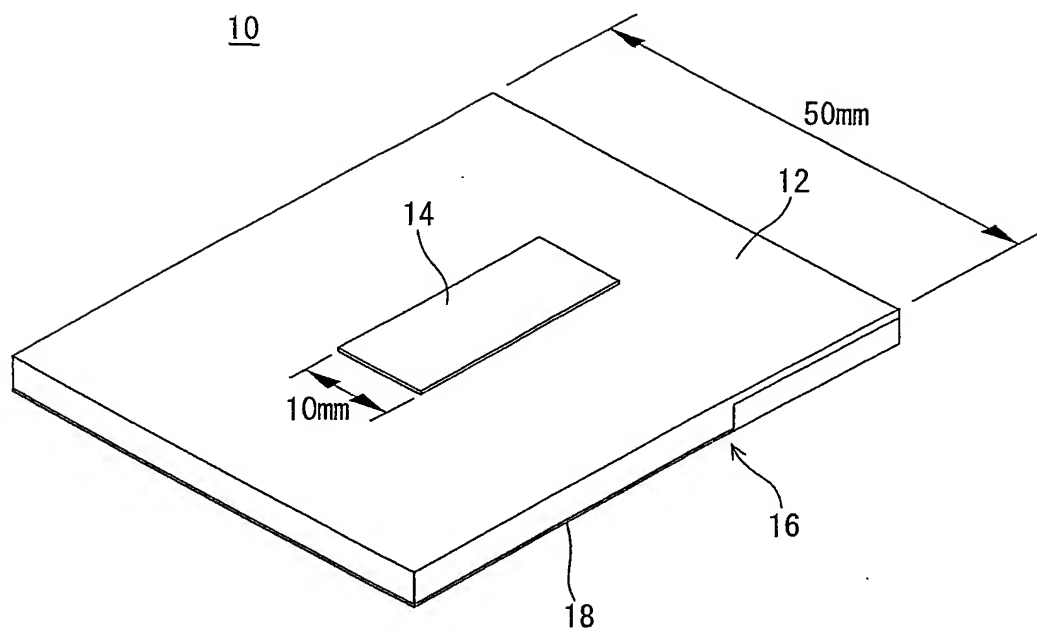
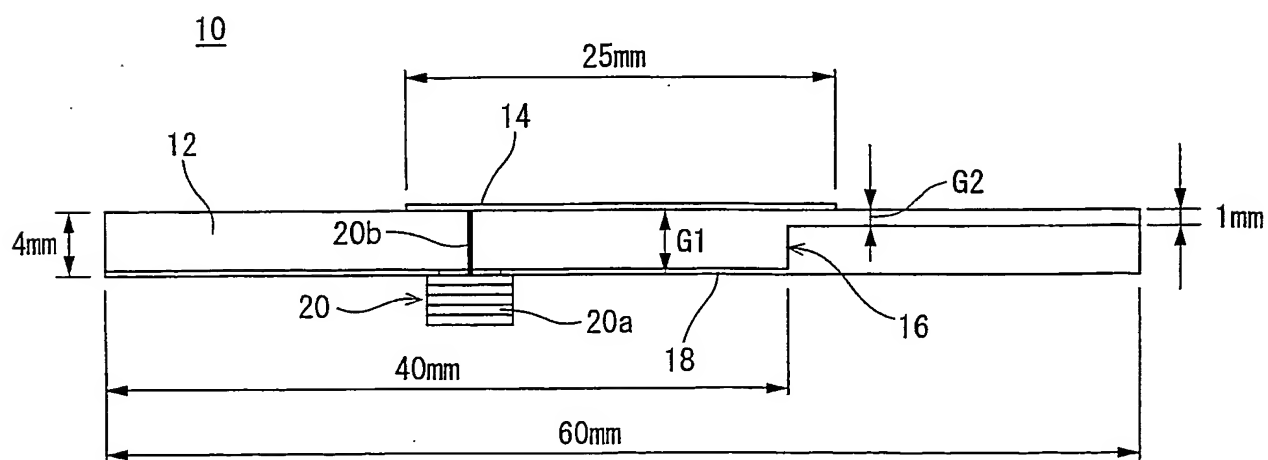


図 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 3

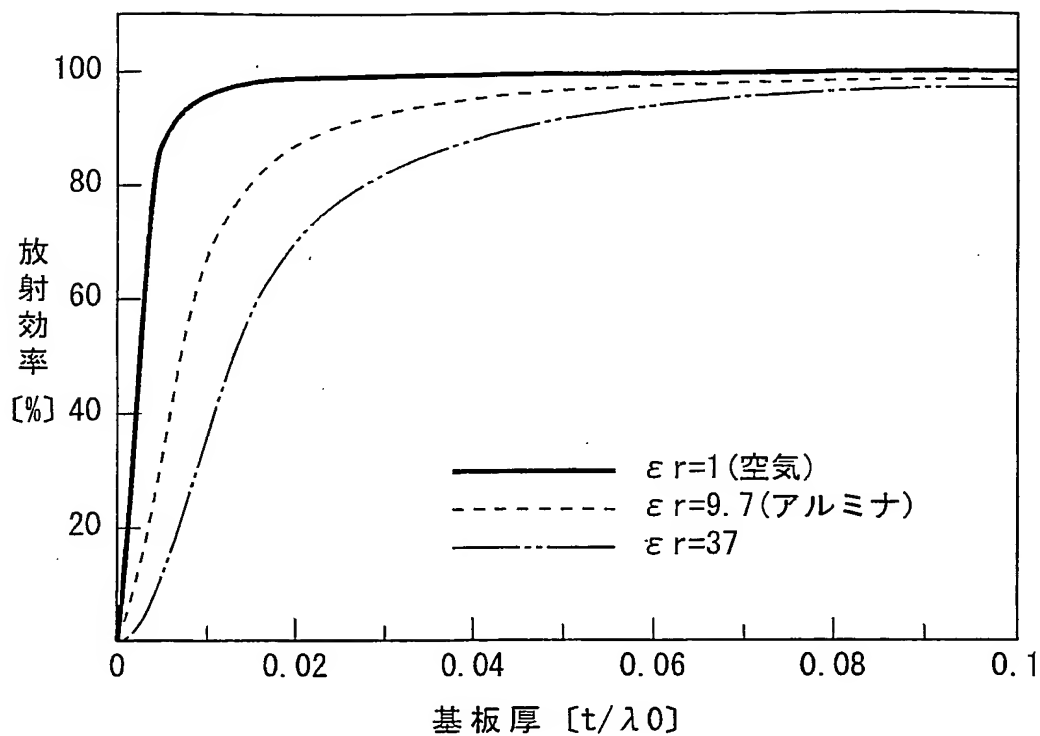
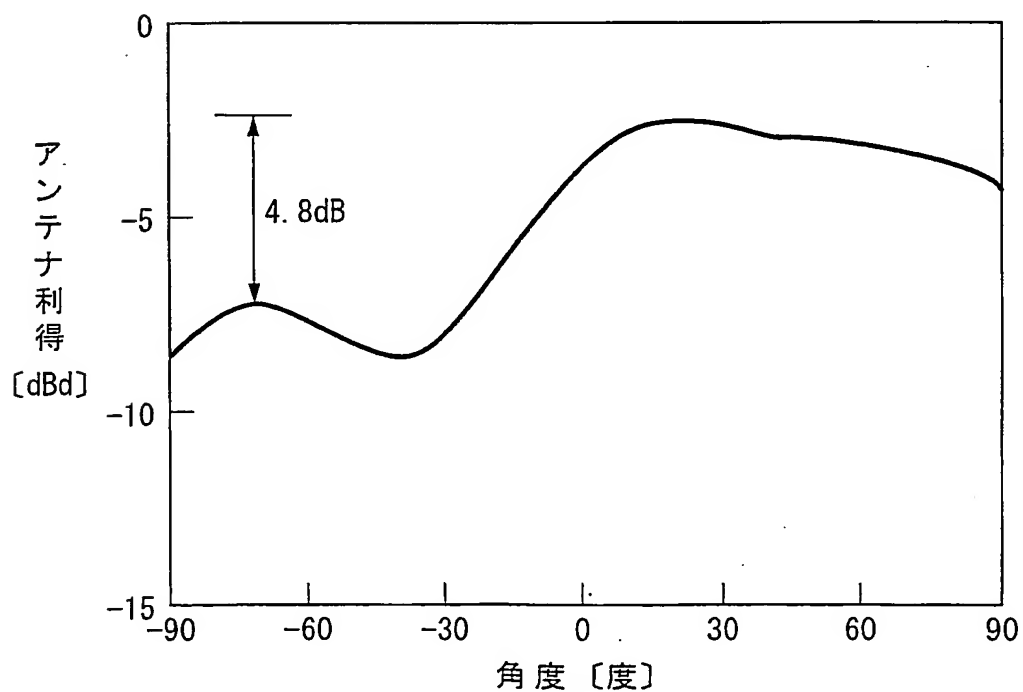


図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 5

実施例のパッチアンテナの
E面放射パターン

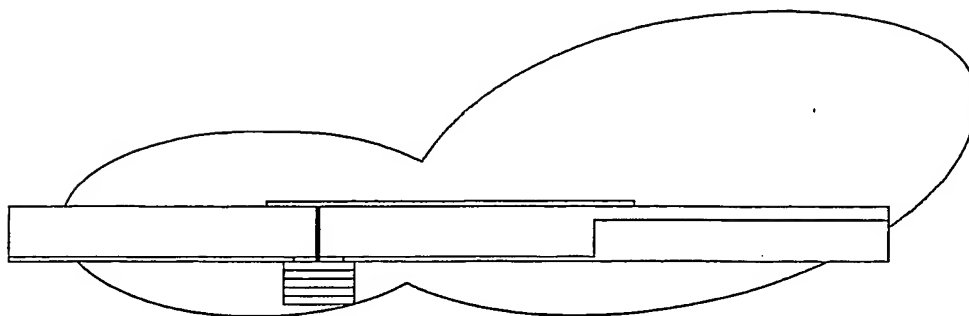
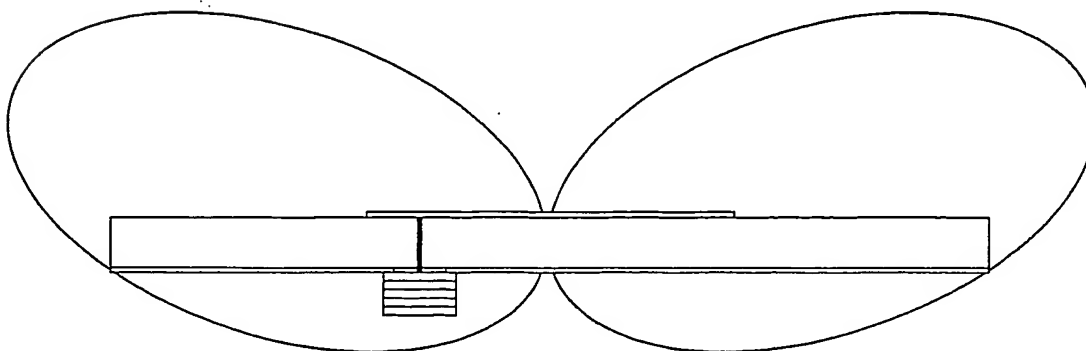
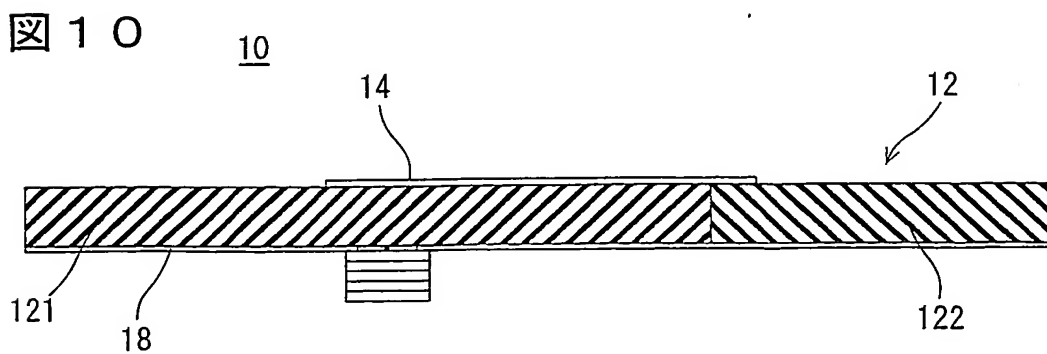
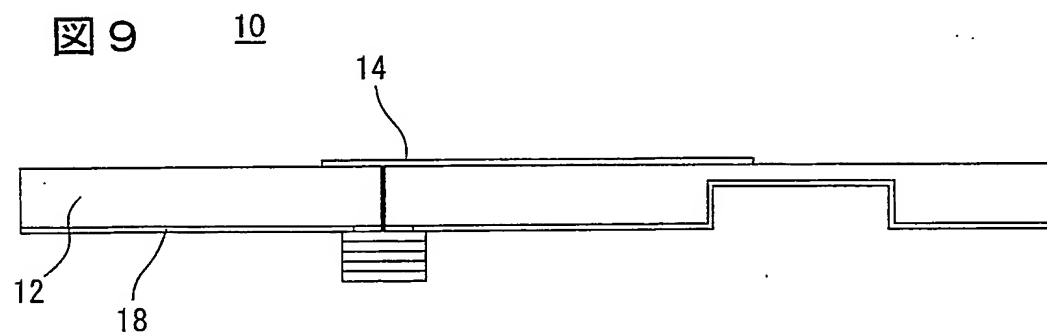
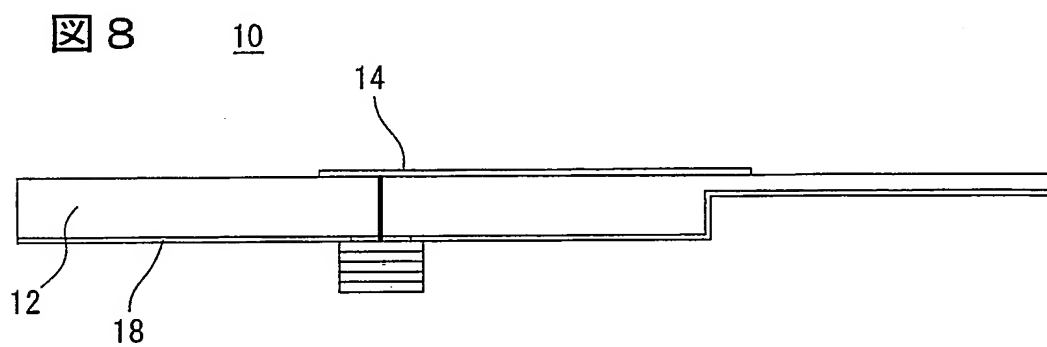
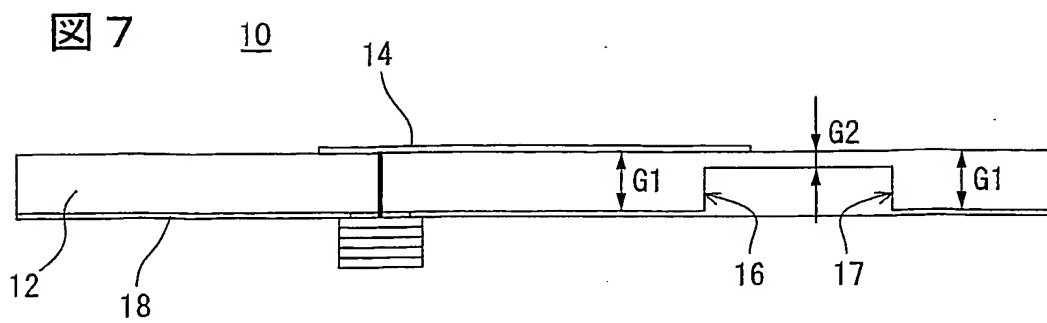


図 6

一般的なパッチアンテナの
E面放射パターン



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 1 1

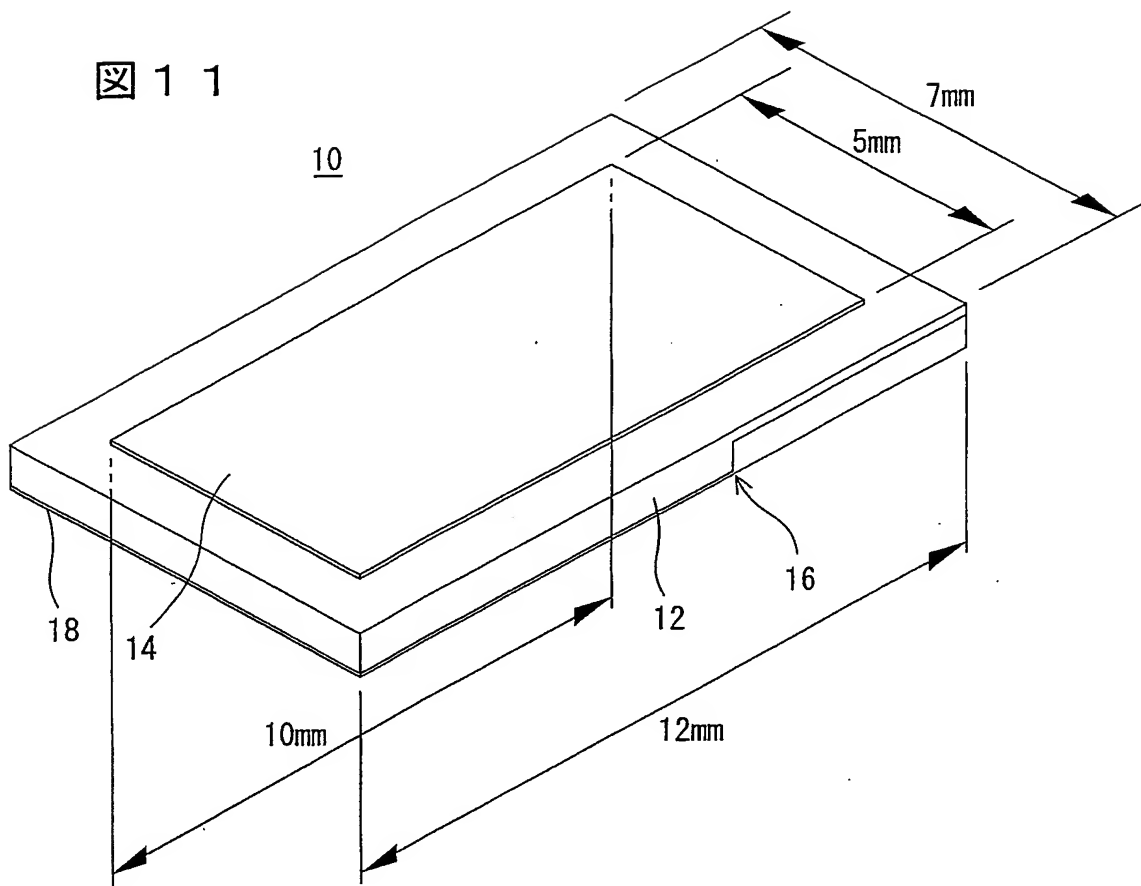
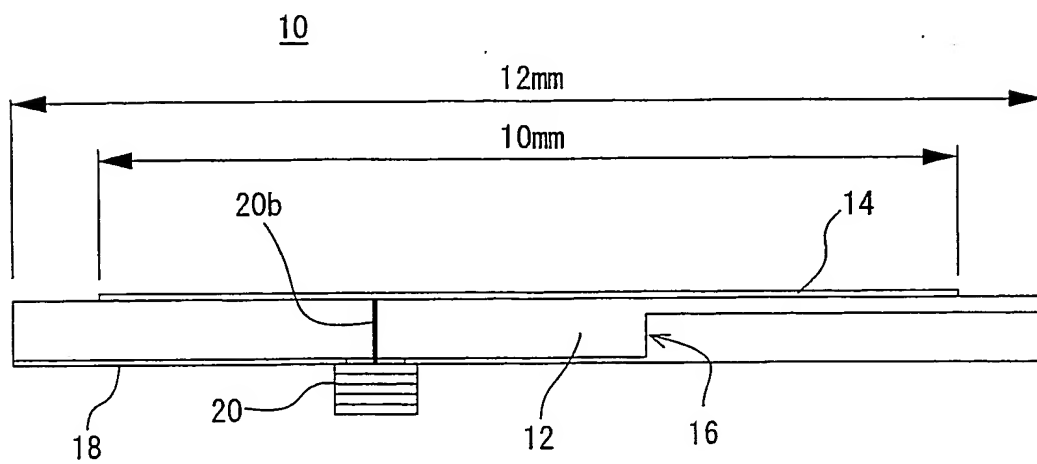


図 1 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 1 3

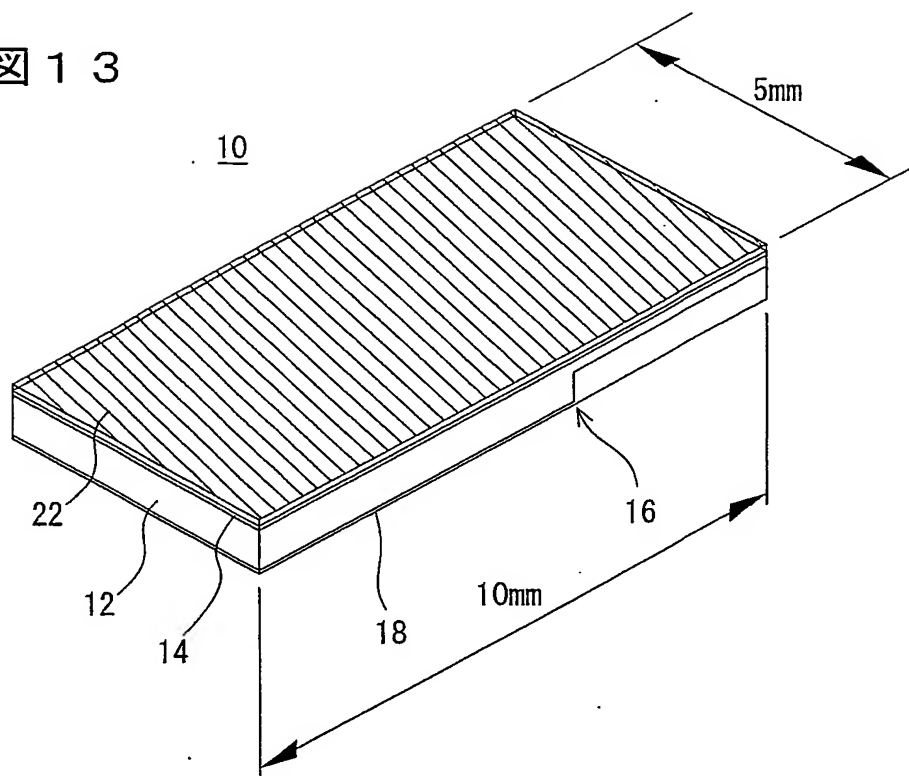
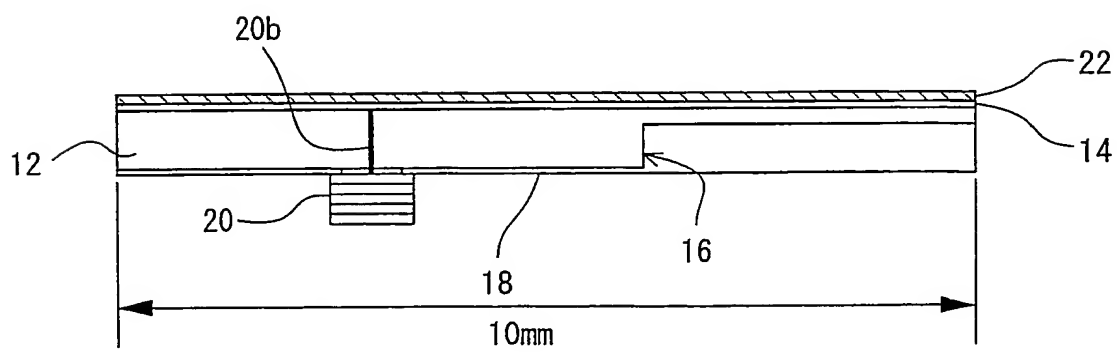
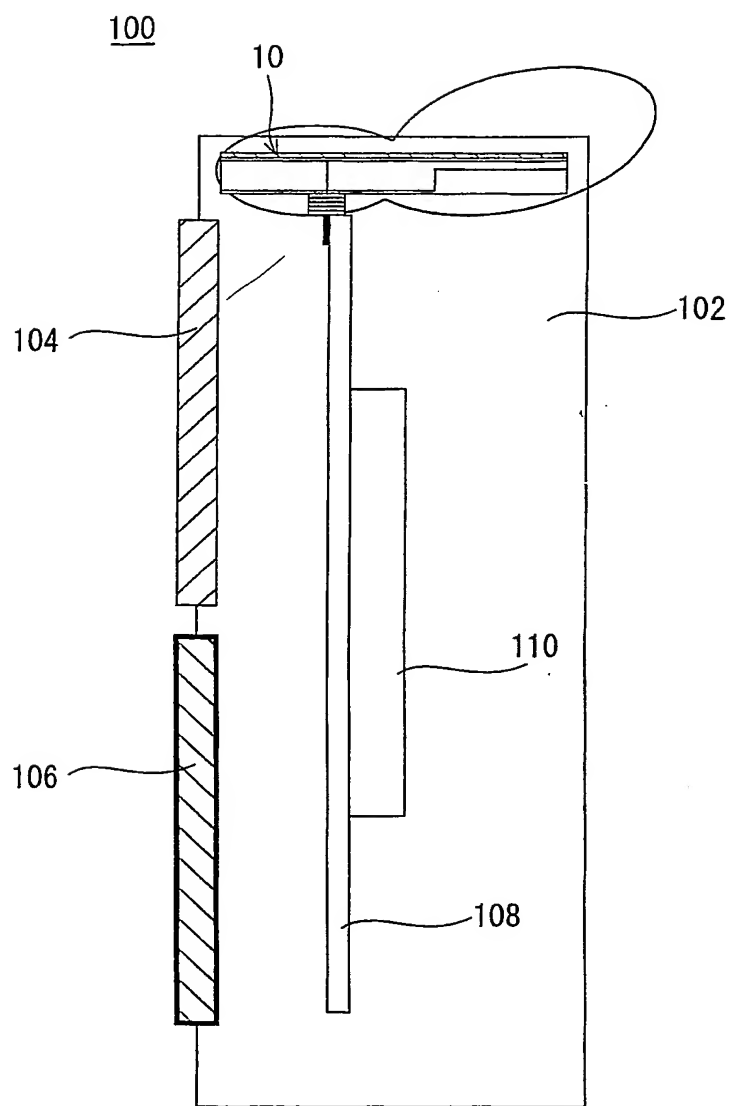


図 1 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 15



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01Q13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01Q13/08, H01Q1/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2869891 B2 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 08 January, 1999 (08.01.99), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-3 5, 6
X Y	JP 2002-217638 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 August, 2002 (02.08.02), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1, 3, 4 5, 6
X Y	JP 6-69717 A (Foundation for Advancement of International Science (FAIS)), 11 March, 1994 (11.03.94), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1, 4 5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 August, 2004 (18.08.04)Date of mailing of the international search report
31 August, 2004 (31.08.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011330

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-121925 A (Toko, Inc.), 18 May, 1993 (18.05.93), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	5
Y	JP 2002-171190 A (NEC Corp.), 14 June, 2002 (14.06.02), Par. Nos. [0016], [0025]; Fig. 2 & EP 1211749 A1 & US 2002/68602 A1	6
A	JP 3-192805 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 22 August, 1991 (22.08.91), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-4
A	JP 9-307342 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 November, 1997 (28.11.97), Full text; Figs. 1 to 8 & US 5926136 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01Q13/08			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01Q13/08、H01Q1/38			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	J P 2869891 B2 (株式会社村田製作所) 1999. 01. 08、全文、第1-11図 (ファミリーなし)	1-3	
Y		5, 6	
X	J P 2002-217638 A (三菱電機株式会社) 2002. 08. 02、全文、第1-12図 (ファミリーなし)	1, 3, 4	
Y		5, 6	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 18. 08. 2004		国際調査報告の発送日 31. 8. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 麻生 哲朗	5 T 3 2 4 5
電話番号 03-3581-1101 内線 3526			

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 6-69717 A (財団法人国際科学振興財団) 1994. 03. 11、全文、第1-7図 (ファミリーなし)	1, 4
Y		5, 6
Y	JP 5-121925 A (東光株式会社) 1993. 05. 18、全文、第1-6図 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2002-171190 A (日本電気株式会社) 2002. 06. 14、段落【0016】【0025】、第2図 & EP 1211749 A1 & US 2002/68602 A1	6
A	JP 3-192805 A (日本電信電話公社) 1991. 08. 22、全文、第1-5図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 9-307342 A (三菱電機株式会社) 1997. 11. 28、全文、第1-8図 & US 5926136 A	1-4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)